91-233405/32 K05 X14 OMOR/ 07.11.89 K(5-A3)

OMORI T *J0 3150-494-A

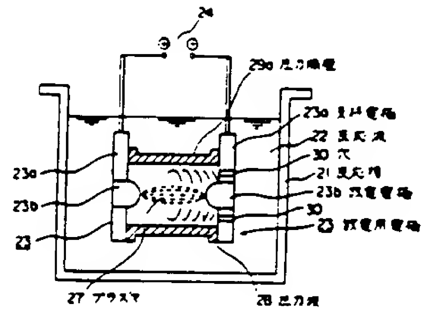
07.11.89-JP-288024 (26.06.91) G21b-01

Nuclear fusion producing appts. - has partition wall for controlling pressure of pressure-waves, around under-water plasma discharge region

C91-101452

In a nuclear fusion producing appts. comprising a reaction vessel (21) filled with a reaction liq. (22) such as heavy water, a pair of electric discharge electrodes (23), and a control power supply for supplying a pulse voltage to the electrodes, and in which nuclear fusion is caused by deuterium ions produced by applying the pulse voltage and by the pressure-waves (28) produced by underwater plasma discharge; a partition wall (29a) for controlling the pressure of the pressure-waves is provided around the underwater plasma (27) discharge region.

USE/ADVANTAGE - Used for a nuclear fusion reactor other than the conventional tokamak type thermal reactor. The cross-sectional area of the D-D (deuterium-deuterium) nuclear reaction can be increased, thus a high yield of neutrons can be obtd. (6pp Dwg.No.1/5)



under water plasma discharge

includes translation

pulsed

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　平3-150494

⑤Int. Cl.⁵　識別記号　庁内整理番号　㊸公開　平成3年(1991)6月26日
G 21 B 1/00　Z　9014-2G

審査請求　未請求　請求項の数 1 （全6頁）

㊿発明の名称　核融合発生装置

㉑特　願　平1-288024
㉒出　願　平1(1989)11月7日

㉗発明者　大森　豊明　神奈川県横浜市鶴見区馬場7丁目26-13
㉑出願人　大森　豊明　神奈川県横浜市鶴見区馬場7丁目26-13
㉔代理人　弁理士　佐々木　宗治　外2名

明　細　書

1．発明の名称

核融合発生装置

2．特許請求の範囲

重水を反応物質とする反応液を充填した反応槽と、この反応槽内に配設した1対の放電用電極と、この1対の放電用電極にパルス電圧を供給する制御電源とを有し、前記1対の放電用電極に前記パルス電圧を印加して生ずる重水素イオンの発生とさらに水中プラズマ放電によって生ずる圧力波によって核融合反応を起させる核融合発生装置において、

上記圧力波の圧力制御用の隔壁構造体を上記水中プラズマ放電領域の周囲に配設したことを特徴とする核融合発生装置。

3．発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は核融合発生装置に関し、特に従来の真空と強力磁場による核融合プラズマ閉じ込め方式の熱核反応形核融合炉から脱却した簡便な新しい核融合発生装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、大規模集中形エネルギシステムの代表的な未来の新エネルギ技術として永年に亘って核融合が研究されてきた。しかし、トカマク方式と呼ばれる方式をはじめとする核融合炉による熱核融合反応の制御は極限技術や高度なハイテクノロジーの集積があってはじめて可能であり、実用化までにはなお、かなりの期間と莫大な費用を要することが指摘されており、その近い将来の実用開発は酷く悲観的な様相を呈するに至っている。

このような情勢下において、最近、1989年3月23日、フイナンシャルタイムズに発表されたフライシュマンとポンズによる試験の報道以来、重水の電気分解による常温核融合の研究が脚光を浴び、前記熱核融合装置とは比較にならない装置の簡便性に対する魅力も手伝って世界的な研究ブームが展開されている状況である。これらの研究内容については新聞等のトピックス記事として成果の肯定・否定面とともにセンセイショナルに報道され

ている段階であるので、ここではその説明は省略する。なお、上記のような電気分解法では中性子量の収量は1秒間当り0.3個程度である。

ところが、科学朝日（7月号）1898 P.109に掲載された記事によれば、1989年4月下旬になって、イタリア・フラスカッチ研究所のグループが電気分解を使わずに極めて静的な方法で低温核融合を起こさせることに成功したという論文を開示している。

第5図はこの文献に示された実験段階の低温核融合装置の構成説明図である。図において、まず、ステンレス鋼容器1内に100gr のチタン2を置き、バルブ4，5を開いて真空ポンプ3で排気する。ついで、バルブ4を閉じてバルブ6を開き重水素ガスボンベ7から徐々に重水素ガスを送り、圧力計8で監視しながら最終的には50気圧まで上げて十分にチタン2に重水素を吸着させる。その後、液体窒素10を充填した冷却タンク9にステンレス鋼容器1を浸し、図示しないバルブ5，6を閉じて温度測定装置で液体窒素温度－196 ℃の平衡温

度に達するまで冷却し、チタン2に重水素ガスが冷却前よりさらに吸着されたことを確認する。さらに吸着が進行したことは圧力がより低下することから知られる。なお、11は図示しない計数装置に接続する中性子検出器であり、ステンレス鋼容器1の脇に配置されている。もしD－D反応（Dは重水素原子核）による核融合が反応したときは、中性子が発生するから中性子検出器11の出力が増大して計数されるようになっている。

以上の構成と状態において、液体窒素が蒸発するにまかせておくとチタン2の温度も徐々に室温に近くなるまでに上昇するが、チタン2の温度が上がってゆく途中で、バックグランドの35倍という多量の中性子が発生したことが観測された。また、この実験法を一寸変えて、重水素を吸わせたチタン2を真空中に置き、同様の実験、すなわち液体窒素温度まで冷却したのち徐々に常温にもどす実験ではさらに収量が増大し、バックグランドの300倍もの中性子発生が測定されたとされている。

上記の実験の結果は、最近話題となった前述の電気分解を行うこともなく、単に重水素ガスの圧力や温度を上げたり下げたりするだけで大量の中性子が発生したことを示すもので、現状では常識はずれの成果というほかなく、その真偽を確めたくなる程の貴重な注目すべき実験結果とみなされるものである。

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来の低温核融合発生装置は、それ以前の熱核融合炉に代わる可能性を有するものとして、現在研究の緒についたばかりの段階にあるものであり、この発明が解決しようとする課題として取上げることには直接関係がない技術であると考えられる。課題として強いていえば、第5図の従来例の成果以外では、電気分解による核融合方法は前述のように中性子の収量が極めて小さいから、さらに出力増大へと検討を重ねてゆく必要があるということが挙げられる。

この発明は上記の点に鑑みてなされたもので、重水の電気分解という従来の手段のみに拘泥する

ことなく、また上記のような温度及び圧力の変化という新しい手段を使用することなく、単に従来の強電実験的な手段のみによって核融合を行わせる核融合発生装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

この発明に係る核融合発生装置は、重水を反応液として充填した反応槽内に1対の放電用電極を配設し、この1対の放電用電極にパルス高電圧を供給する電源からパルス電圧を印加して生ずる水中プラズマ放電による重水素イオン（$^{2}_{1}H^{+}$）の発生とその圧力波によって重水素原子核－重水素原子核（D－D）反応の核融合を起こさせるものであり、上記の水中プラズマ放電時に発生した圧力を制御するための圧力隔壁用の構造体を放電用電極のプラズマ領域の周囲に配設したものである。なお、この場合に、重水素原子核を放電電界と圧力波により衝撃して核融合反応を発生させる反応体は、少くとも表面側水素吸蔵性の優れた金属（例えばチタン）等で構成されるものであり、こ

の反応体は上記の放電用電極の一部であってもよく、また上記の圧力隔壁を構成する構造体そのものであってもよい。

【作　用】

この発明においては、重水を含む反応液中に1対の放電用電極を配設し、この電極間にパルス高電圧を印加して水中プラズマ放電を起こすが、このプラズマ領域を取囲むように、プラズマ放電に付随する圧力波を制御する圧力隔壁を設けているから、圧力隔壁のない場合に比べて圧力波の圧力をさらに増大させ、重水素原子核同志の核融合反応を促進させる。

すなわち、このプラズマ放電によって重水D_2Oから重水素イオンが発生し、その際生じる増大された圧力波によってこの重水素イオンすなわち重水素核D（$^{2}_{1}H^{+}$）が水素吸着性のよい支持電極面又は圧力隔壁面に吸着し、その際に重水素原子核D同志間の衝突（非弾性衝突）反応を促進させ、よく知られた下記(1)式又は(2)式、あるいは(1),(2)式の同時反応が進行し核融合反応

が上記圧力隔壁のない場合よりより多く発生すると考えられる。ここで、Tは三重水素原子核（トリチウム）、nは中性子、pは陽子（水素の原子核）を示す。

$D + D \rightarrow {}^{3}He + n$ …(1)

$D + D \rightarrow T + p$ …(2)

これらの反応において、核融合反応が発生したか否かはn又はpを検出することで確認するようになっているが、現状ではnを中性子検出器で計測する方法が採用される。

【実施例】

第3図はこの発明による核融合発生装置の原理的なもの、すなわち圧力隔壁の構造体を有しない場合の一実施例を示す模式説明図である。また、第4図は第3図の実施例装置を駆動するパルス電圧発生用の制御電源の一実施例を示す回路図である。

第3図において、反応槽21には重水を反応物質（燃料）とする反応液22が充填されている。反応液22は純重水であることが好ましいが経済性を

考慮して通常水で希釈した重水からなるものであってもよく、あるいは電解質を少量溶解した通常水との混合液であってもよい。反応液22中には1対の放電用電極23を所定の間隔をもって対称的に対向するよう配置し、その上部から端子24を取出して電極間にパルス高電圧を印加するようになっている。1対の放電用電極23はチタンやパラジウム等の水素に対して吸着又は吸蔵性のよい金属からなる支持電極23aと、タングステン，タンタルのような高融点金属からなる放電電極23bとが一体形成により構成されている。一対の放電電極23bが対向する側は球状曲体で形成されており、この形状は棒状又は平面状であってもよく限定されないが、できるだけ均質かつ再現性のよい水中プラズマ放電が得られる形状であることが望ましい。この電極間のギャップは約3mmを基準として配置される。また、反応液22の内又は外にはパルス放電のノイズその他に対して電気シールドの良好な図示しない中性子検出器が配設され、反応生成物の中性子量を計測するようになっている。

制御電源については第4図にみられるように、電極端子24に通常DC 20kV程度の電圧が印加されるように、C_1～C_nで示される高耐圧コンデンサ25が複数個並列に配置され、正極（＋）側は高耐圧の切替スイッチ26の各端子に接続されており、各コンデンサ25は図示しない充電装置によって充電状態に保たれる。なお、第4図の制御回路はこれに限定されないものである。1対の放電用電極23へ印加されるパルス電圧は切替スイッチ26の正極に接続されたニュートラル端子を回転して切替えることによりコンデンサ25のC_1…C_nに充電された電圧を所定の間隔で時期的に順次印加するようになっている。なお充電電圧は20kVに限定されず、反応液22の水中放電の条件に応じて調整できるようにしておくとよい。

以上のように構成された核融合発生装置において、電極端子24にパルス電圧が印加されると、反応液22の絶縁破壊が放電電極23b間で起こり、水中のプラズマ27が発生して例えばコンデンサ25のC_1に充電された電荷がパルス放電となって消費

される。このプラズマ放電に伴って重水素イオン（重水素原子核D）が発生し、さらに放電による圧力波が付随するので、その圧力によって重水D_2Oが解離して生じた重水素イオンすなわち$^{2}_{1}H^{+}$と記述される正イオン状態の重水素原子核（D）が支持電極23a の表面に衝突してトラップされる。このようにして引続いて衝突してきたもう一つのDと反応してD－D反応と呼ばれる前述の式(1) 又は式(2) による核融合反応を発生するようになる。このようにして得られた核融合は、前述の中性子検出器により計測した結果、電気分解による従来法による結果が1秒当り0.1 個の中性子nを検出していた収量に対して、数10倍～数100 倍の収量が得られている。

第1図はこの発明による核融合発生装置の一実施例を示す模式断面図である。図において、21～27は第3図，第4図の実施例で用いた符号と同一又は相当部分を示し、その説明を省略する。29a は例えば円筒状の繊維強化プラスチック（FRPともいう）からなる圧力隔壁であり、1対の放電

用電極23の部分を含んで放電電極23b を取りかこむように放電用電極23に取つけられている。この場合FRPは放電用電極23間の絶縁を行い、かつ同時に放電用電極23と圧力隔壁29a の円筒体とで構成される領域はほぼ密閉状態を形成する。この場合、特に負極として用いる放電用電極23の支持電極23a の放電電極23b の周囲に後述する核融合反応に対して重要な役目を果す1個以上の穴30が設けられている。なお、FRPからなる圧力隔壁29a 用の構造体はそれ自身上記の圧力増大による破裂に耐える強度と構造をもつように形成される必要があることはいうまでもない。

第1図のような構成において、電極端子24を介して放電用電極23に所定のパルス電圧を印加すると、放電電極23b 間で水中プラズマ放電が起りプラズマ27が発生する。プラズマ27によって反応槽22の重水から解離して生じた重水素原子核（イオン状態の重水素原子）Dは電界により加速されて負極の方へ進行するとともに、圧力隔壁29a の効果により、第3図のような圧力隔壁29a のない場

合の圧力より大きい圧力を得た圧力波28によって加速され圧力勾配の大きい穴30の方へ選択的に進行し、チタン等からなる支持電極23a の面に効率よく衝突してトラップされ、その場所で重水素原子核同志のD－D反応を高めるようになる。その結果得られた中性子収率は第3図の場合より約一桁向上を示した。

第2図はこの発明による他の実施例を示す模式断面図である。第2図の実施例においては、圧力隔壁29b を円筒状のチタン材で構成したものであり、放電用電極23とは適切な絶縁材31を介して一体組立てを行い、この圧力隔壁29a をD－D反応面とするものである。このため、第1図、第3図の実施例のように支持電極23a の表面は必ずしもチタン材などで構成する必要はなく、通常の金属で構成している。また、この構成においては、電極端子24に印加する電圧が小さくてもすむように、放電電極23b 間のギャップを第1図の実施例の場合の1/10程度に狭めることが可能なような配置になっている。なお圧力隔壁29b はアース電位とし

てもよいが、より望ましくは中点アースとし、印加電圧の1/2 すなわち中点電圧をアース電位としてもよい。そして、圧力隔壁29b には、第1図の実施例と同様の目的で、プラズマ27の発生領域の周囲に穴30a を設けている。

第2図の構成においては、プラズマ27による圧力波28は図に示したようにプラズマ27の方向とはほぼ直角方向に放射されるので、プラズマ27で生じた重水素原子核Dは電界及び圧力波28、主として圧力波28により加速され穴30a の方向に進行して圧力隔壁29b のチタン面で第1図の場合と同様に効率よく核融合が行われる。

以上のほか、この発明による核融合発生装置の核融合の高熱効率の応用として、反応槽に熱交換器を組込み、夜間電力を用いてコンデンサを充電して本装置を作動させることにより、電力需要平準化／ロードレベリング）の線に沿った例えば温水器やその他の電力貯蔵設備への利用が考えられる。

【発明の効果】

以上のようにこの発明によれば、重水を反応物質とする反応液中に配設した1対の放電用電極の周りに圧力隔壁を設け、この電極間に起させる水中プラズマ放電によって生ずる重水素イオンの発生と放電に付随する圧力波の圧力をさらに高めることができ、この圧力波によってD－D核反応を行わせるようにしたので、極めて簡単な装置構成ながら、D－D核反応断面積圧力隔壁のない場合よりさらに増大することができた。これによって、従来の電気分解型核融合装置で得られる中性子収量より2桁以上の高い収量が得られる。

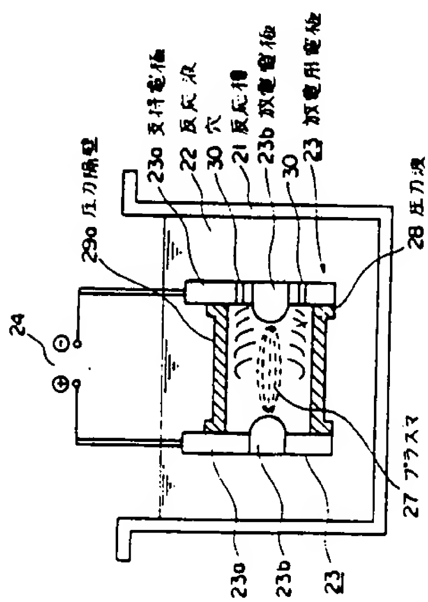
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を示す模式断面図、第2図はこの発明の他の実施例を示す模式断面図、第3図はこの発明の核融合発生装置の原型的なもの、すなわちこの発明による圧力隔壁をもたない場合の一実施例を示す模式断面図、第4図は装置を駆動する制御電源の回路図、第5図は文献に示された低温核融合の実験装置を示す模式図である。

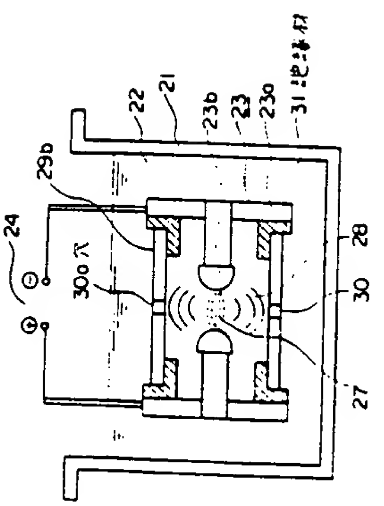
図において、21は反応槽、22は反応液、23は1

対の放電用電極、23aは支持電極、23bは放電電極、24は電極端子、25はコンデンサ、26は切替スイッチ、27はプラズマ、28は圧力波、29a,29bは圧力隔壁、30,30aは穴、31は絶縁剤である。

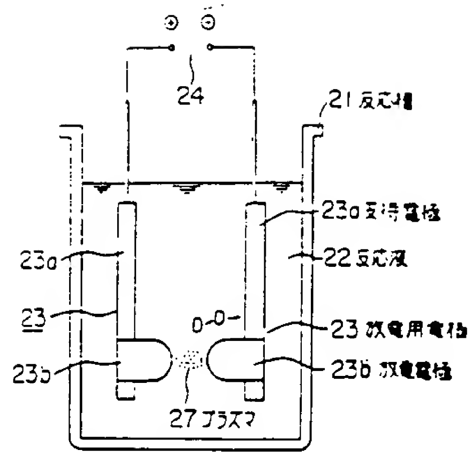
代理人　弁理士　佐々木　宗　治



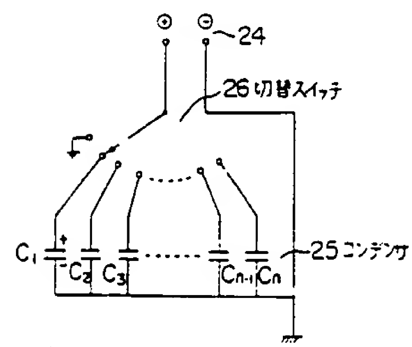
第1図



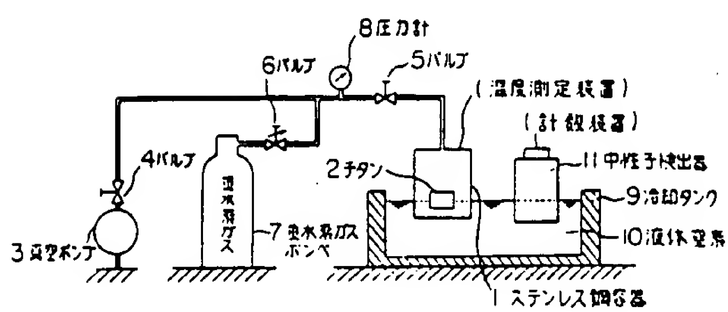
第2図


24
21 反応槽
23a 支持電極
22 反応液
23 放電用電極
23b 放電電極
27 プラズマ
23a
23
23b

第 3 図


24
26 切替スイッチ
25 コンデンサ
C_1
C_2
C_3
C_{n-1}
C_n

第 4 図


8 圧力計
6 バルブ
5 バルブ
(温度測定装置)
(計数装置)
4 バルブ
2 チタン
11 中性子検出器
9 冷却タンク
10 液体窒素
3 真空ポンプ
重水素ガス
7 重水素ガスボンベ
1 ステンレス鋼容器

第 5 図

Code: PTO 94-313

JAPANESE PATENT OFFICE
PATENT JOURNAL
KOKAI PATENT APPLICATION No. HEI 3[1991]-150494

Int. Cl.[5]:	G 21 B 1/00
Sequence Nos. for Office Use:	Z 9014-2G
Application No.:	Hei 1[1989]-288024
Application Date:	November 7, 1989
Publication Date:	June 26, 1991
No. of Claims:	1 (Total of 6 pages)
Examination Request:	Not requested

NUCLEAR FUSION GENERATOR
[Kakuyugohatsusei sochi]

Inventor:	Toyoaki Omori
Applicant:	Toyoaki Omori

[There are no amendments to this patent.]

Claim

1. A type of nuclear fusion generator characterized by the following facts: the nuclear fusion generator has a reaction vessel filled with a reaction liquid with heavy water used as the reactant, a pair of discharge electrodes set in the aforementioned reaction vessel, and a control power source which provides pulse voltage to the aforementioned pair of electrodes;

the nuclear fusion reaction takes place due to formation of deuterium ions and the pressure wave caused by the underwater plasma discharge as the aforementioned pulse voltage is applied on the aforementioned pair of discharge electrodes;

a pressure-isolating structural body for controlling the pressure of the aforementioned pressure wave is set in the periphery of the aforementioned underwater plasma discharge region.

Detailed explanation of the invention

Application field in industry

This invention concerns a type of nuclear fusion generator. More specifically, this invention concerns a novel type of nuclear fusion generator with a simple configuration that is different from the conventional thermonuclear fusion reactor using vacuum and high magnetic field to confine the nuclear fusion plasma.

Prior art

For a long time, research has been performed on the nuclear fusion technology as the future energy source in the form of a large scale concentrated energy system. However, for the Tokamak program and other nuclear fusion reactors, the thermonuclear fusion reaction can be realized only by using a combination of limit technologies and high level high technologies, and a long time and a huge investment are needed before they can be used in

practical operation. At present, people are pessimistic about this conventional of nuclear fusion generator.

Recently, since publication on March 23, 1989 in the Financial Times of the report of the results obtained by Fleischman [transliteration] and Vance, great interest has been put into the study of room temperature nuclear fusion by the electrolysis of heavy water. As this method has the advantage of simplicity as compared with the aforementioned conventional nuclear fusion apparatus, many research institutions are studying it in the world. There are, nevertheless, both positive and negative responses to the results reported for the technical contents in the form of news and special topics. There are also sensational reports appearing in this field. We will not go into details in this respect. Also, in the aforementioned electrolysis method, the neutron yield is about 0.3/sec.

On the other hand, as reported in a paper published in Kagaku Asahi (July issue), 1898 [sic], p. 109, it seem that in late April 1989, a group at Frascati Laboratory, Italy, has succeeded in producing low temperature nuclear fusion using a very static method instead of the electrolysis method.

Figure 5 is a diagram illustrating the configuration of the low temperature nuclear fusion apparatus disclosed in the aforementioned reference. As shown in the figure, 100 g of titanium (2) are set in a stainless steel container (1). Valves (4) and (5) are opened, and the container is evacuated with a vacuum pump (3). Then, valve (4) is closed and valve (6) is opened, and deuterium gas is fed slowly from a gas cylinder (7). Under monitoring with a pressure gauge (8), the pressure is increased finally to 50 atm, and deuterium is sufficiently

adsorbed on titanium (2). Then, stainless steel container (1) is dipped in a cooling tank (9) filled with liquid nitrogen (10). After valves (5) and (6), not shown in the figure, are closed, cooling is performed until the temperature decreases to an equilibrium temperature of -196°C, as monitored by a temperature measurement unit. It is confirmed that more deuterium gas is adsorbed on titanium (2) than before the cooling operation. The further adsorption is revealed by the decrease in the pressure. (11) represents a neutron detector connected to a counter that is not shown in the figure. It is set on the side of stainless steel container (1). If the nuclear fusion reaction takes place due to the D-D reaction (where D represents the deuterium nuclei), the output of neutron detector (11) increases, and the result is counted.

When the liquid nitrogen evaporates and is lost in the aforementioned configuration of equipment, the temperature of titanium (2) gradually increases to near room temperature. During the increase in the temperature of titanium (2), a large amount of neutrons, as many as 35 times the background level, are observed. When the aforementioned experiment in amended a little by setting titanium (2) for adsorption of deuterium is a vacuum while the same experiment is performed, that is, the system is first cooled to the temperature of liquid nitrogen and then let to return to room temperature slowly, the yield of neutrons formed is further increased, and the number of neutrons formed is 500 times that of the background.

The results of the aforementioned experiment indicate that, instead of the aforementioned electrolysis method, by simply increasing and decreasing the pressure and temperature of the

deuterium gas, a large amount of neutrons can be generated. However, this is outside the present common knowledge, and if it can be confirmed as true, it will become a precious experimental result.

Problems to be solved by the invention

The aforementioned low temperature nuclear fusion generator may be able to replace the conventional nuclear fusion reactor. However, at present, it is only in the stage of initial development, and it is believed to be a technology not directly related to the topics to be solved in this invention. What should be taken as the topics include the study on the method to increase the output for nuclear fusion using the electrolysis method, as the yield of neutrons is very low for the conventional scheme shown in Figure 5.

This invention is made in consideration of the aforementioned problems. Instead of being restricted to the conventional method of electrolysis of heavy water, and instead of the aforementioned new method using a change in the temperature and pressure, this invention has a purpose in providing a type of nuclear fusion generator that only makes use of the means adopted in the conventional high voltage experiment to perform nuclear fusion.

Means for solving the problems

This invention provides a type of nuclear fusion generator characterized by the following facts: the nuclear fusion

generator has a reaction vessel filled with a reaction liquid with heavy water used as the reactant, a pair of discharge electrodes set in the aforementioned reaction vessel, and a power source which provides high pulse voltage to the aforementioned pair of discharge electrodes; the nuclear fusion of the deuterium nucleus-deuterium nucleus (D-D) reaction takes place due to formation of deuterium ions ($^{2}_{1}H^{+}$) and the pressure wave caused by the underwater plasma discharge as the aforementioned pulse voltage is applied to the aforementioned pair of discharge electrodes. A pressure-isolating structural body for controlling the pressure generated in the aforementioned underwater plasma discharge is set in the periphery of the plasma region of the electric discharge electrodes. In this case, the reaction body on which the nuclear fusion takes place for the deuterium nuclei under impact by the electric discharge field and the pressure wave should at least have its surface portion made of a metal with a high adsorptivity for hydrogen (such as titanium). This reaction body may be a portion of the aforementioned electric discharge electrodes, or it may be the structural body used to form the aforementioned pressure-isolating body.

Functions

According to this invention, a pair of electric discharge electrodes are set in the reaction liquid containing heavy water, and underwater plasma discharge takes place in the region between the electric discharge electrodes as a high pulse voltage is applied between these electrodes. As a pressure-isolating

structural body for controlling the pressure wave accompanying the plasma discharge is set, the pressure of the pressure wave can be further increased beyond that when there is no such pressure-isolating structural body. Consequently, the nuclear fusion between the deuterium nuclei can be promoted.

That is, in this plasma discharge, deuterium ions are formed from heavy water, D_2O; due to the pressure wave generated in this case, the deuterium ions, that is, the deuterium nuclei D(21H+), are adsorbed on the surface of the supporting electrodes or the pressure-isolating structural body with a high hydrogen absorptivity. In this case, a collision (inelastic collision) between the deuterium nuclei, D, takes place, and the nuclear fusion reaction takes place through following formula (1) or formula (2), or through both formulas (1) and (2). The probability of this nuclear fusion is believed to be higher than that when there is no pressure-isolating structural body. In this case, T represents tritium nuclei, n represents neutrons, and p represents protons (hydrogen nulcei).

$$D + D \rightarrow {}^{3}He + n \qquad \text{— (1)}$$
$$D + D \rightarrow T + p \qquad \text{— (2)}$$

Whether or not the nuclear fusion takes place in these reactions can be checked by detecting n or p. At present, the plan is to detect n by means of a neutron detector.

Application examples

Figure 3 is a schematic diagram illustrating a prototype of the nuclear fusion generator of this invention, with a pressure-isolating structural body. Figure 4 is a circuit diagram illustrating an application example of the control power source for generating the pulse voltage for driving the equipment shown in Figure 3.

As shown in Figure 3, reaction liquid (22) with heavy water as the reactant (fuel) is filled in a reaction vessel (21). Although it is good to have pure heavy water as reaction liquid (22), in consideration of the cost, the reaction liquid is usually made of a mixture of water and heavy water, which may be added with a small amount of electrolyte. In reaction liquid (22), a pair of discharge electrodes (23) are set symmetrically opposite to each other with a prescribed distance between them, and with terminals (24) set on them for application of a high pulse voltage between the electrodes. Said pair of discharge electrodes (23) have an integrated configuration made of supporting electrodes (23a) made of titanium, palladium or some other metal that can adsorb or absorb hydrogen well, and electric discharge electrodes (23b) made of tungsten, tantalum, or some other high-melting metal. Said pair of electric discharge electrodes (23b) are in the form of spherical bodies set facing each other. The shape, however, may also be rod or planar, and there is no special limitation in this respect. It is preferred that the shape be appropriate to ensure that the underwater plasma discharge can be realized homogeneously and with a high reproducibility. The gap between the electrodes is set at 3 cm

as the standard value. A neutron detector n t shown in the figure with excellent electrical shielding to the discharge noise, etc., is set either inside or outside reacti n liquid (22). It is used for counting the dose of neutrons produced by the reaction.

As shown in Figure 4, for the control power source, multiple high-voltage-rating capacitors (25) C_1-C_n are set parallel to each other for applying a dc voltage of about 20 kV to electrode terminals (24). The positive (+) side is connected to the terminal of high-voltage-rating switch (26), and each capacitor (25) is kept in a charged state with a charging device, which is not shown in the figure. The control circuit is not limited to that shown in Figure 4. The following schemes may also be adopted: the pulse voltage applied to a pair of discharge electrodes (23) is switched by rotating the neutral terminal connected to the positive side of switch (26), and the voltage charged on capacitors (25) C_1-C_n is applied periodically in sequence over a prescribed period. Also, the charging voltage is not limited to 20 kV, and it can be adjusted appropriately corresponding to the ease of the underwater plasma discharge in reaction liquid (22).

For the nuclear fusion generator with the aforementioned configuration, as the pulse voltage is applied to electrode terminals (24), a breakdown of insulation of reaction liquid (22) takes place between electric discharge electrodes (23b), plasma (27) is formed in the water, and the charge in C_1 of capacitor (25) is consumed in the pulse discharge. Together with this plasma discharge, deuterium ions (deuterium nuclei, D) are

generated. In addition, as a pressure wave is formed in the discharge, the pressure leads to dissociation of heavy water, D_2O, to form deuterium ions ${}^2_1H^+$. The deuterium nuclei (D) in the ionic form then impinge on the surface of supporting electrode (23a) and are captured. As collision continues, reaction with another D, that is, a D-D reaction, takes place, leading to the nuclear fusion reaction in the form of formula (1) or (2). The nuclear fusion realized in this way is measured by counting the neutrons using the aforementioned neutron detector. It is found that the neutron yield is as high as tens to hundreds of times higher than the neutron yield of 0.3/sec obtained in the conventional method using the electrolysis scheme.

Figure 1 is a schematic cross-sectional view illustrating another application example of this invention. In this figure, the same parts as those in Figures 3 and 4, or corresponding parts, are represented by the same symbols (21-27), and they are not explained again. As shown in Figure 1, (29a) represents a pressure-isolating structural body made of fiber-reinforced plastic (FRP) cylinder, which is set on discharge electrodes (23) appropriately to enclose electric discharge electrodes (23b) as a portion of discharge electrodes (23). In this case, FRP acts as an insulator between electrodes for discharge (23). At the same time, the region made of electrodes for discharge (23) and the cylinder of pressure-isolating structural body (29a) is formed in a nearly sealed state. In this case, one or more holes (30), which play an important role with respect to the nuclear fusion as will be elaborated later, are formed on the periphery of electric discharge electrode (23b) on supporting electrode (23a)

of discharge electrode (23) used as the cathode. Of course, pressure-isolating structural body (29a) made of FRP should be formed with sufficient strength and structure to withstand the increased pressure without rupture.

In the configuration shown in Figure 1, first of all, a high pulse voltage is applied on discharge electrode (23) via electrode terminals (24), and an underwater plasma discharge (27) takes place between electric discharge electrodes (23b). The heavy water in reaction liquid (22) is dissociated by plasma (27). The deuterium nuclei D (deuterium atoms in ionic state) formed in the dissociation of heavy water are accelerated towards the cathode. At the same time, due to the effect of pressure-isolating structural body (29a), the pressure of pressure wave (28) is higher than that which can be obtained when pressure-isolating structural body (29a) is absent as shown in Figure 3. The deuterium nuclei are also accelerated by this pressure wave (28), and they move selectively toward holes (30) with a high pressure gradient. They then make high-efficiency collisions on the surface of supporting electrode (23a), which is made of titanium, etc. In this way, the D-D reaction among the deuterium nuclei is enhanced. As a result, the neutron yield is increased by about an order of magnitude above that obtained in the case shown in Figure 3.

Figure 2 is a schematic diagram illustrating yet another application example of this invention. In the application example shown in Figure 2, pressure-isolating structural body (29b) was made of a titanium cylinder, which was connected to discharge electrodes (23) with a strong insulator (31). This pressure-isolating structural body (29a) acts as the surface for

the D-D reaction. Consequently, in this case, there is no necessity to use titanium, etc., to form the surface of supporting electrodes (23a), as would be needed in the application examples shown in Figures 1 and 3. Instead, a conventional metal may be used. Also, for this configuration, the voltage applied on electrode terminals (24) can be lower, and the gap between electric discharge electrodes (23b) can be reduced to about 1/10 that in the application example shown in Figure 1. Although pressure-isolating structural body (29b) can be set on the ground potential, it is preferred that it be taken as midpoint ground, with 1/2 the voltage applied, that is, the midpoint voltage, taken as the ground voltage. With the same purpose as that in the application example shown in Figure 1, holes (30a) are set on the periphery of the region of generation of plasma (27) on pressure-isolating structural body (29b).

In the configuration shown in Figure 2, pressure wave (28) caused by plasma (27) irradiates in a direction almost at right angle to the direction of plasma (27) as shown in the figure. Nuclei of deuterium D generated in plasma (27) are accelerated by both the electric field and pressure wave (28), mainly pressure wave (28), towards holes (30a). Consequently, nuclear fusion takes place on the titanium surface of pressure-isolating structural body (29b) at a high efficiency, just as in the case shown in Figure 1.

In addition, as an application of the high thermal efficiency of the nuclear fusion generator of this invention, a heat exchanger may be annexed to the reaction vessel, and the power produced at night is used to charge up the capacitor for operation of this equipment. Also, application may be made for

hot water generator and other electric power reservoir equipment for realizing standardization/load-leveling of the demand on the electricity.

Effects of the invention

As explained in the above, according to this invention, a pair of discharge electrodes are set in the reaction liquid with heavy water used as the reactant, and a pressure-isolating structural body is set in the periphery of this pair of electric discharge electrodes. Consequently, the pressure of the pressure wave caused by the underwater plasma discharge between the aforementioned electrodes can be increased, and thus increased pressure is used for performing the D-D nuclear fusion. As a result, with a very simple configuration, the cross-sectional area of the D-D reaction can be increased to that in the case when there is no pressure-isolating structural body. Consequently, the neutron yield can be increased by as much as two orders of magnitude over that which can be realized in the conventional nuclear fusion equipment using electrolysis.

Brief explanation of figures

Figure 1 is a schematic cross-sectional view illustrating an application example of the nuclear fusion generator of this invention. Figure 2 is a schematic cross-sectional view of another application example of this invention. Figure 3 is a schematic cross-sectional view illustrating the prototype of the nuclear fusion device of this invention, with a

pressure-isolating structural body set in it. Figure 4 is a circuit diagram illustrating the circuit of the control p wer source for driving the equipment. Figure 5 is a schematic diagram illustrating the experimental setup of the low-temperature nuclear fusion reported in reference.

21, reaction vessel
22, reaction liquid
23, pair of discharge electrodes
23a, supporting electrode
23b, electric discharge electrode
24, electrode terminal
25, capacitor
26, switch
27, plasma
28, pressure wave
29a, 29b, pressure-isolating structural body
30, 30a, holes
31, insulating agent

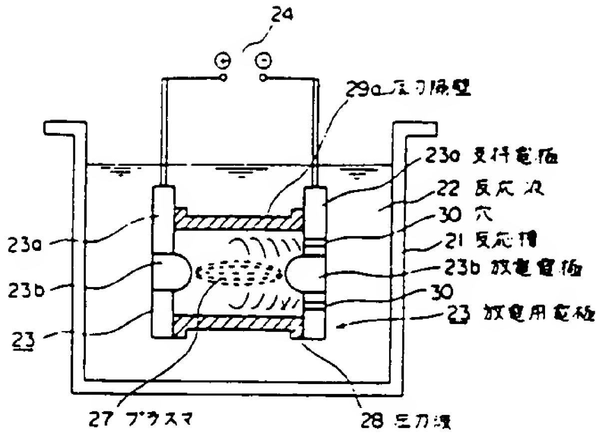


Figure 1

Key:
- 21 Reaction vessel
- 22 Reaction liquid
- 23 Pair of discharge electrodes
- 23a Supporting electrode
- 23b Electric discharge electrode
- 27 Plasma
- 28 Pressure wave
- 29a Pressure-isolating structural body
- 30 Holes

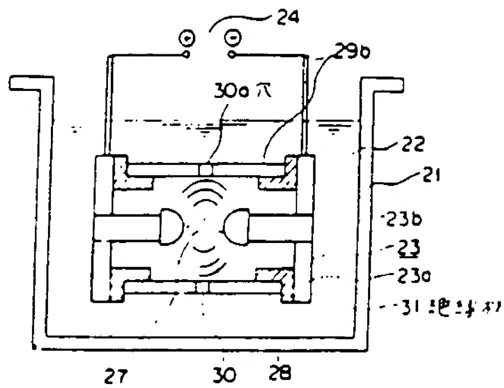


Figure 2

Key: 31 Insulating agent

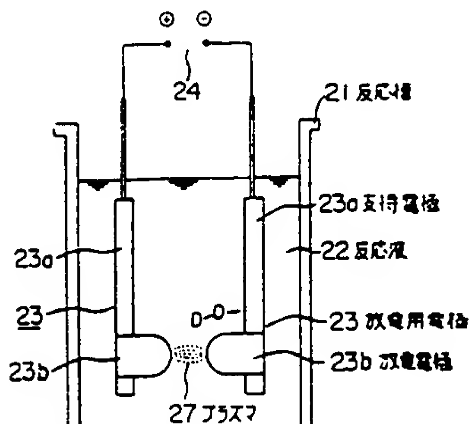


Figure 3

Key: 21 Reaction vessel
22 Reaction liquid
23 Pair of discharge electrodes
23a Supporting electrode
23b Electric discharge electrode
27 Plasma

//insert Figure 4//

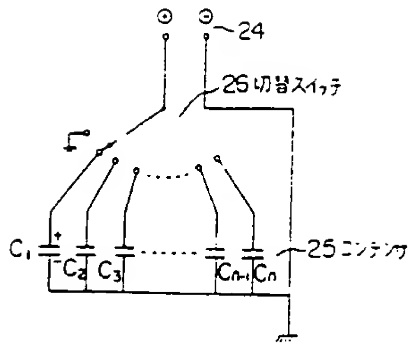


Figure 4.

Key: 1   25   Capacitor
          26   Switch

//insert Figure 5//

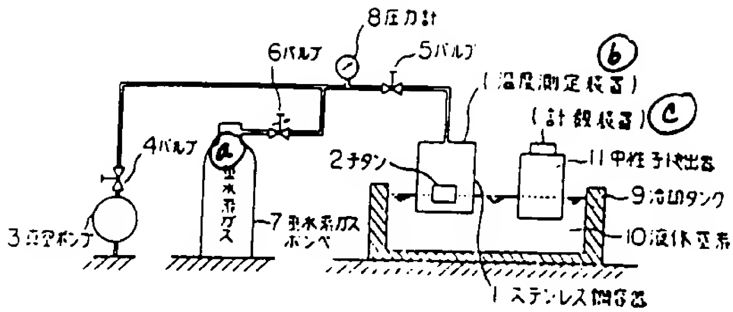


Figure 5

Key:
- 1 Stainless steel container
- 2 Titanium
- 3 Vacuum pump
- 4, 5, 6 Valve
- 7 Deuterium gas cylinder
- 8 Pressure gauge
- 9 Cooling tank
- 10 Liquid nitrogen
- 11 Neutron detector
- a Deuterium gas
- b Temperature measurement unit
- c Counter